

TITLE OF THE INVENTION

磁気ヘッド部品の装着方法、磁気ヘッド装置及び磁気ヘッド装置の製造方法 (MOUNTING METHOD OF MAGNETIC HEAD COMPONENT, MAGNETIC HEAD DEVICE AND MANUFACTURING METHOD OF MAGNETIC HEAD DEVICE)

BACKGROUND OF THE INVENTION

Field of the Invention

本発明は、磁気ヘッド部品の装着方法、磁気ヘッド装置及びその製造方法に関し、特に、少なくとも1つの書込み磁気ヘッド素子及び／又は読出し磁気ヘッド素子を有する浮上型磁気ヘッドスライダやマイクロアクチュエータなどの磁気ヘッド部品の装着方法、磁気ヘッド装置及びその製造方法に関する。

Description of the Related Art

磁気ディスクドライブ装置における浮上型の磁気ヘッド装置の実施態様としては、磁気ヘッドスライダをサスペンションに取り付けてなるヘッドジンバルアセンブリ (HGA)、HGAを支持アームに取り付けてなるヘッドアームアセンブリ (HAA)、及び複数のHAAをスタックしてなるヘッドスタックアセンブリ (HSA) の3つがある。

一般的なHGAは、磁気ヘッドスライダとサスペンションとを樹脂接着剤によって固着し、磁気ヘッドスライダに設けられた端子パッドとサスペンションに支持されているリード導体の接続パッドとを半田によって電氣的に接続した構造を有している。この場合、磁気ヘッドスライダとサスペンションとは、樹脂接着剤及び半田の両方によって固着されることとなる (例えば、特開2002-050017号公報)。

磁気ヘッドスライダの端子パッドとサスペンションのリード導体とを電氣的に接続する方法及び磁気ヘッドスライダを再利用するべくサスペンションから取り外す方法として、半田リフロー法がある。半田リフロー法は、接着強度を大きく取れるため、最も一般的に使用されており、特にHGAにおいては、レーザビームを利用して半田を溶融するレーザリフロー法が提案されている (例えば、特開2002-050017号公報及び米国特許第5828031号)。

米国特許第5828031号には、磁気ヘッドスライダの端子パッドとサスペンションのリード接続パッドとに接触するように毛細管を利用して半田ボールを配置し、これら半田ボールに毛細管を通して供給されるレーザビームを照射することにより半田リフローを発生させて接合するレーザリフロー方法が記載されている。

しかしながら、磁気ヘッドスライダの端子パッドとサスペンションの接続パッドとを通常の半田ボールを用いて接合すると、半田付けの形状管理が非常に困難となる。即ち、半田ボールが非常に微少でありしかも半田自体の鉛フリー化が行われているので、半田付け形状を管理することは不可能に近く、半田が固着する際に生じる収縮歪みなどにより、接合後の磁気ヘッドスライダに大きな角度変化 (ロール角変化、ピッチ角変化) が発生する。この大きな角度変化は、磁気ヘッドスライダの浮上特性、従って出力特性を悪化させる。さらに、半田付け形状が管理されていないと、接合後の評価によって特性不良と判定された磁気ヘッドスライダをサスペンションから取り外し、新たな磁気ヘッドスライダを取り

付けるいわゆるリワーク作業が困難となる。

BRIEF SUMMARY OF THE INVENTION

従って、本発明は、上述した問題を解決するためになされたものであり、半田リフロー時に磁気ヘッドスライダに与える形状変化やダメージを軽減できる磁気ヘッド部品の装着方法、磁気ヘッド装置及びその製造方法を提供することを目的としている。

本発明の他の目的は、磁気ヘッドスライダのリワークを容易に行うことができる磁気ヘッド部品の装着方法、磁気ヘッド装置及びその製造方法を提供することにある。

本発明によれば、半田熔融温度で熔融しないコアを内部に有する半田ボールを用い半田熔融結合することによって、磁気ヘッドスライダ又は微小位置決めアクチュエータをサスペンションに電氣的に又は機械的に接続する磁気ヘッド部品の装着方法が提供される。

内部のコアが半田熔融温度で熔融せず、そのコア形状を維持した状態で半田熔融結合が行えるので、半田接合の条件管理が非常に容易となる。また、半田付けの形状が安定しているので、接合時に発生する磁気ヘッドスライダ又は微小位置決めアクチュエータのロール角変化及びピッチ角変化を低減化かつ安定化できる。このため、磁気ヘッドスライダの浮上特性、従って出力特性を安定に維持することができる。さらに、半田付けの形状が安定しているので、接合後の評価によって特性不良と判定された磁気ヘッドスライダのリワークが容易となる。

磁気ヘッドスライダ又は微小位置決めアクチュエータに形成された端子パッドとサスペンション上の配線部材に形成された接続パッドとの少なくとも一方に半田ボールを接触させた後、半田熔融結合を行うことが好ましい。

半田熔融結合を、レーザリフローで行うことも好ましい。

コアの少なくとも半田接触面が導電材料で形成されている半田ボール、コアの全てが導電材料で形成されている半田ボール、又はコアの表面のみが導電材料で形成されておりコアの内部が樹脂で形成されている半田ボールを用いることが好ましい。この場合、導電材料は、少なくとも銅を含んでいることがより好ましい。

コアの少なくとも半田接触面が熱伝導性又は半田ぬれ性の高い材料で形成されている半田ボールを用いることも好ましい。

コアの体積が半田ボール全体の体積の30～70%である半田ボールを用いることも好ましい。

コアの径が磁気ヘッドスライダ又は微小位置決めアクチュエータに形成された端子パッドの長手方向の長さよりも短い半田ボールを用いることも好ましい。

半田熔融温度で熔融しないコアを内部に有する半田ボールを用いて、磁気ヘッドスライダに形成されたダミー端子パッドをサスペンション上に形成されたダミーパッドに半田熔融結合することによって、磁気ヘッドスライダをサスペンションに機械的に固着することが好ましい。この場合、ダミー端子パッドをグランド接続することも好ましい。

本発明によれば、さらに、磁気ヘッド素子及びこの磁気ヘッド素子に電氣的に接続された端子パッドを有する磁気ヘッドスライダと、端子パッドに電氣的に接続される接続パッドを有するサスペンションとを備えた磁気ヘッド装置において、端子パッドと接続パッドとが、半田熔融温度で熔融しないコアを内部に有する半田ボールを用いて電氣的に接続さ

れている磁気ヘッド装置が提供される。

内部のコアが半田熔融温度で熔融せず、そのコア形状を維持した状態で半田熔融結合が行われているので、半田付けの形状が安定している。即ち、接合時に発生する磁気ヘッドスライダのロール角変化及びピッチ角変化が低減化されかつ安定化されているため、磁気ヘッドスライダの浮上特性、従って出力特性が安定する。

半田熔融温度で熔融しないコアを内部に有する半田ボールを用いてサスペンションに接続された微小位置決めアクチュエータをさらに備えることが好ましい。

磁気ヘッドスライダがダミー端子パッドを、サスペンションがダミーパッドをそれぞれ備えており、ダミー端子パッド及びダミーパッド間が半田熔融温度で熔融しないコアを内部に有する半田ボールを用いて接続されていることも好ましい。この場合、ダミー端子パッドがグランド接続されていることも好ましい。ダミー端子パッドが、磁気ヘッドスライダの端子パッドが形成されている側とは反対側に形成されていることがさらに好ましい。

コアの少なくとも半田接触面が導電材料で形成されているか、コアの全てが導電材料で形成されているか、又はコアの表面のみが導電材料で形成されておりコアの内部が樹脂で形成されていることも好ましい。この場合、導電材料は少なくとも銅を含んでいることがより好ましい。

コアの少なくとも半田接触面が、熱伝導性又は半田ぬれ性の高い材料で形成されていることも好ましい。

半田ボールが、コアの体積を半田ボール全体の体積の30～70%とした半田ボールであることも好ましい。

コアの径が端子パッドの長手方向の長さよりも短いことも好ましい。

本発明によれば、またさらに、サスペンション上に磁気ヘッド素子を有する磁気ヘッドスライダを固着し、半田熔融温度で熔融しないコアを内部に有する半田ボールを用い半田熔融結合することによって、磁気ヘッドスライダの磁気ヘッド素子に電氣的に接続された端子パッドとサスペンション上の接続パッドとを電氣的に接続する磁気ヘッド装置の製造方法が提供される。

内部のコアが半田熔融温度で熔融せず、そのコア形状を維持した状態で半田熔融結合が行えるので、半田接合の条件管理が非常に容易となる。また、半田付けの形状が安定しているので、接合時に発生する磁気ヘッドスライダのロール角変化及びピッチ角変化を低減化かつ安定化できる。このため、磁気ヘッドスライダの浮上特性、従って出力特性を安定に維持することができる。さらに、半田付けの形状が安定しているので、接合後の評価によって特性不良と判定された磁気ヘッドスライダのリワークが容易となる。

半田熔融結合の後、磁気ヘッド装置の特性検査を行い、特性不良の磁気ヘッド装置については磁気ヘッドスライダのリワークを行うことが好ましい。

半田熔融結合する前であって、半田ボールを前記端子パッドと接続パッドとに仮付けさせた状態で、磁気ヘッド装置の特性検査を行い、良特性の磁気ヘッド装置については半田熔融結合を完了させ、特性不良の磁気ヘッド装置については磁気ヘッドスライダのリワークを行うことも好ましい。

本発明の他の目的及び効果は、添付図面で説明される本発明の好ましい実施態様に関する以下の記載から明らかとなるであろう。

BRIEF DESCRIPTION OF THE SEVERAL VIEWS OF THE DRAWINGS

図1は、本発明の磁気ヘッド装置の一実施形態としてHGAをスライダ装着側から見た平面図である；

図2は、図1のHGAを反対側から見た平面図である；

図3は、図1及び2のHGAの先端部を拡大して示した側面図である；

図4a及び4bは、コア付き半田ボールの2つの構造例を示す断面図である；

図5a及び5bは、図1の実施形態におけるコア付き半田ボールによる磁気ヘッドスライダの端子パッドと配線部材の接続パッドとの電氣的及び機械的接続の形態を示す断面図である；

図6は、図1の実施形態のHGAを支持アームに取り付けて構成されるHAAをスライダ装着側とは反対側から見た平面図である；

図7は、図6のHAAの側面図である；

図8は、図6及び7に示したHAAが複数スタックされた構造を有するHSAスライダ装着側とは反対側から見た平面図である；

図9は、図8のHSAの側面図である；

図10は、図1の実施形態に係るHGAの製造に用いられる製造装置の概略的な構成を示す側面図である；

図11は、図10の製造装置を用いた製造プロセスの一例の一部を示す側面図である；

図12は、図10の製造装置を用いた製造プロセスの一例の一部を示す側面図である；

図13は、図10の製造装置を用いた製造プロセスの一例の一部を示す側面図である；

図14は、図10の製造装置を用いた製造プロセスの一例の一部を示す側面図である；

図15は、プレヒーティング処理から半田ボール供給までの所定タイミングを説明するためのタイミングチャートである；

図16は、図11～14の製造プロセスの変更態様として、半田ボールを供給する際にHGAを傾けるプロセスを説明する側面図である；

図17は、本発明の磁気ヘッド装置の他の実施形態としてHGAをスライダ装着側から見た平面図である；

図18は、図17のHGAの先端部を拡大して示した側面図である；

図19a及び19bは、図17の実施形態におけるコア付き半田ボールによる磁気ヘッドスライダの端子パッドと配線部材の接続パッドとの電氣的及び機械的接続の形態を示す断面図である；

図20は、図17の実施形態に係るHGAの製造に用いられる製造装置の概略的な構成を示す側面図である；

図21は、図20の製造装置を用いた製造プロセスの一例の一部を示す側面図である；

図22は、図20の製造装置を用いた製造プロセスの一例の一部を示す側面図である；

図23は、図20の製造装置を用いた製造プロセスの一例の一部を示す側面図である；

図24は、図20の製造装置を用いた製造プロセスの一例の一部を示す側面図である；

図25は、図21～24の製造プロセスの変更態様として、半田ボールを供給する際にHGAを傾けるプロセスを説明する側面図である；

図26は、本発明の磁気ヘッド装置のさらに他の実施形態としてHGAをスライダ装着側から見た斜視図である；そして

図27は、図26のHGAの先端部を拡大して示した斜視図である。

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

図1は本発明の磁気ヘッド装置の一実施形態としてHGAをスライダ装着側から見た平面図であり、図2は図1のHGAを反対側から見た平面図であり、図3は図1及び2のHGAの先端部を拡大して示した側面図である。

これらの図に示すように、このHGAは、比較的剛性を有するロードビーム11及び弾性を有するフレクシャ12から主に構成されているサスペンション10と、サスペンション10上に固着された磁気ヘッドスライダ13と、サスペンション10上に形成又は固着された配線部材14とを備えている。

ロードビーム11は、中央を通る長手方向軸線の自由端部（先端部）の近傍に荷重用の突起部（ディンプルに対応）11aを有している。図2及び3に示すように、ロードビーム11は、幅方向の両側に折り曲げ部11bを有しており、この折り曲げ部11bにより、剛性が高められている。また、ロードビーム11の後端部に設けられた取り付け部11cには、支持アームへの取り付け用の貫通取り付け孔11dが設けられており、その近傍にはロードビーム11全体の重量を低減するための貫通孔11eが設けられている。

フレクシャ12は、薄いバネ板材で構成され、その一方の面（第1の面）がロードビーム11の突起部11aが突出している側の面に取り付けられ、突起部11aから押圧荷重を受けている。フレクシャ12の他方の面（第2の面）には、磁気ヘッドスライダ13が取り付けられている。フレクシャ12は、ロードビーム11の突起部11aが突出している側の面に、カシメなどにより貼り合わされている。カシメの代わりに、スポット溶着などを用いてもよい。

フレクシャ12は、中央に舌部12aを有する。舌部12aは、その一端のみがフレクシャ12の先端部に位置する横枠部12bに一体的に結合されており、他端は自由端となっている。フレクシャ12の横枠部12bの両端は、フレクシャ12の外枠部12c及び12dに一体的に結合されている。舌部12aの外枠部12c及び12d側及び舌部12aの他端側は、フレクシャ12から切り離されている。舌部12aの一方の面（第1の面）には、ロードビーム11の突起部11aの先端がバネ接触している。舌部12aの他方の面（第2の面）には、後述する半田ボールによる接続のみ、即ち磁気ヘッドスライダの端子パッドと配線部材の接続パッドとのコア付き半田ボールによる接続のみによって、又はこれと接着剤との組み合わせによって、磁気ヘッドスライダ13がフレクシャ12に機械的に固着されている。

磁気ヘッドスライダ13は、スライダ本体13aと、本実施形態ではインダクティブ素子で構成された書込み磁気ヘッド素子及び本実施形態では巨大磁気抵抗効果（GMR）素子で構成された読出し磁気ヘッド素子と、これら書込み磁気ヘッド素子及び読出し磁気ヘッド素子に接続された複数（この例では4つ）の端子パッド（バンプ）13bとを備えている。

スライダ本体13aは、その浮上面（ABS）13cとは反対側の面13dが、フレク

シャ 1 2 の舌部 1 2 a の他方の面に対向するように取り付けられており、端子パッド 1 3 b はスライダ本体 1 3 a の素子形成面 1 3 e 上に設けられている。

配線部材 1 4 は、複数（この例では 4 つ）のトレース導体 1 4 a と、複数（この例では 4 つ）の接続パッド（リードパッド） 1 4 b とを有しており、サスペンション 1 0 のフレクシャ 1 2 及びロードビーム 1 1 によって支持されている。配線部材 1 4 は、可撓性絶縁支持層の内部にトレース導体 1 4 a を埋設し、各トレース導体 1 4 a の端部を各接続パッド 1 4 b に接続したものである。複数の接続パッド 1 4 b はフレクシャ 1 2 上において、磁気ヘッドスライダ 1 3 の複数の端子パッド 1 3 b とそれぞれ対応する位置に形成されている。このような配線部材 1 4 の典型的な例は、タブテープと称されるものである。

磁気ヘッドスライダ 1 3 の端子パッド 1 3 b と配線部材 1 4 の接続パッド 1 4 b とは、フレクシャ 1 2 の第 2 の面及びスライダ本体 1 3 a の素子形成面 1 3 e によって構成されるコーナ部に供給された半田ボール 1 5 をレーザリフローにより溶融した半田 1 7 によって接続されている。磁気ヘッドスライダ 1 3 の端子パッド 1 3 b と配線部材 1 4 の接続パッド 1 4 b との半田接続により、磁気ヘッドスライダ 1 3 の書込み磁気ヘッド素子及び読出し磁気ヘッド素子は、配線部材 1 4 のトレース導体 1 4 a に電氣的に接続されている。

本発明において重要なポイントは、この場合の半田ボール 1 5 として、半田溶融温度で溶融しない球状のコア 1 6 を内部に有する半田ボール 1 5 を用いることである。

図 4 a 及び 4 b はこのようなコア付き半田ボールの 2 つの構造例を示す断面図である。

図 4 a に示す例では、球状のコア 4 0 全体が例えば銅や銅合金などの少なくとも銅を含む金属材料で構成されており、このコア 4 0 の周囲を覆うように半田層 4 1 が形成されている。コア 4 0 の直径はこの例では約 $80 \sim 100 \mu\text{m}$ であり、半田層 4 1 の厚さは約 $10 \mu\text{m}$ であり、半田ボール全体の直径は約 $100 \sim 120 \mu\text{m}$ である。半田ボール全体の体積に対してコア 4 0 の体積は $30 \sim 70\%$ であれば良い。なお、コア 4 0 の直径は、磁気ヘッドスライダ 1 3 の端子パッド 1 3 b の長手方向の長さ及び配線部材 1 4 の接続パッド 1 4 b の長手方向の長さより短いことが望ましい。図 3 から分かるように、このようなコア付き半田ボールを用いた場合、実際の半田接続が、磁気ヘッドスライダ 1 3 の端子パッド 1 3 b の上部に集中するため、コア 4 0 の径が大きいと半田接続領域が小さくなってしまう。従って、十分な半田接続領域を確保するために、コア 4 0 の直径（高さ）は端子パッド 1 3 b の長手方向の長さ（高さ）より小さくすることが好ましい。同様に、コア 4 0 の直径は配線部材 1 4 の接続パッド 1 4 b の長手方向の長さより小さくすることが好ましい。コア 4 0 の材料としては、半田溶融温度で溶融しないものであればどのようなものであっても良い。例えばコア 4 0 を樹脂材料で構成しても良い。ただし、半田との相性が良く即ち半田ぬれ性が高くかつ熱伝導性が高い材料であることが望ましい。コア 4 0 を樹脂材料で構成した半田ボールとして、積水化学工業株式会社で提供している樹脂コア半田ボール（製品名：マイクロパール SOL）を用いても良い。

図 4 b に示す例では、球状のコア 4 2 が樹脂材料で構成されており、その表面に金属材料メッキ、例えば銅や銅合金などの少なくとも銅を含む金属材料メッキによる表面層 4 3 が形成されており、その外側周囲を覆うように半田層 4 4 が形成されている。表面層 4 3 は表面全体に形成されていても良いし、半田接合面のみに形成されていても良い。コア 4 2 の直径はこの例では約 $80 \sim 100 \mu\text{m}$ であり、表面層 4 3 の厚さは約 $3 \sim 5 \mu\text{m}$ であ

り、半田層 4 4 の厚さは約 $10\ \mu\text{m}$ であり、半田ボール全体の直径は約 $100\sim120\ \mu\text{m}$ である。半田ボール全体の体積に対してコア 4 2 及び表面層 4 3 の体積は $30\sim70\%$ であれば良い。なお、この場合においても、図 4 a で述べた理由から、コア 4 2 の直径は、磁気ヘッドスライダ 1 3 の端子パッド 1 3 b の長手方向の長さ及び配線部材 1 4 の接続パッド 1 4 b の長手方向の長さより短いことが望ましい。コア 4 2 の材料としては、半田溶融温度で溶融しないものであればどのようなものであっても良い。また、表面層 4 3 の材料としては、半田との相性が良く即ち半田ぬれ性が高くかつ熱伝導性が高い材料であれば、銅や銅合金などの少なくとも銅を含む金属材料に限られるものではない。

図 5 a 及び 5 b はこのようなコア付き半田ボールを用いた磁気ヘッドスライダの端子パッドと配線部材の接続パッドとの電氣的及び機械的接続の形態を示す図である。

図 5 a は、磁気ヘッドスライダ 1 3 の端子パッドと配線部材 1 4 の接続パッドとの表面に接触するようにコア 1 6 を内部に備えた半田ボール 1 5 を載置し、このコア付き半田ボール 1 5 に例えば低エネルギーのレーザビームを照射することによって仮付けを行ったリフロー前のプレバンプ状態を示している。一方、図 5 b は、磁気ヘッドスライダ 1 3 の端子パッドと配線部材 1 4 の接続パッドとに表面に接触するように載置したコア付き半田ボール 1 5 を例えばレーザビームを照射することによってリフローを行い、半田ボールの半田層を溶融させて半田 1 7 としたバンプ状態を示している。コア 1 6 が溶融しないので、そのコア形状を維持した状態で半田付けを行うことができる。

このように、半田付け形状が安定するコア付き半田ボールを用いているので、接合時に発生する磁気ヘッドスライダのロール角変化及びピッチ角変化を低減化かつ安定化できる。このため、磁気ヘッドスライダの浮上特性、従って出力特性を安定に維持することができる。

また、コア付き半田ボールを用いることにより、リフロー後のバンプ状態であってもリワークを容易とすることができる。リワークは、特性検査により磁気ヘッドスライダ 1 3 の書込み磁気ヘッド素子及び読出し磁気ヘッド素子の特性が不良であると判定されたときに、サスペンションを再利用して磁気ヘッドスライダを新たなものに交換するためのものである。リフロー後のバンプ状態におけるリワークは、通常、バンプ状態の半田を再溶融させることにより、サスペンション 1 0 のフレクシャ 1 2 から磁気ヘッドスライダ 1 3 を取り外し可能な状態とする。この場合、コアと半田層とのバランスを適切に選んだコア付き半田ボールを用いることによって、バンプ状態であってもコア形状を維持した半田付け状態となるので、リワークが非常に容易となる。特に、レーザなどで加熱し、半田を再溶融させバキュームノズルで吸引除去する半田除去法を用いる際、コア付き半田ボールを使用した場合には、コアに半田を付着させながら吸い取ることができる（コアを吸引することによって半田がコアに付着してくる）。このため、除去量を安定化することができ、再利用するサスペンションのダメージが少なく、また、平坦化し易い。コアが存在せず半田のみで接合した従来の場合、サスペンションの形状や接合状態に大きく左右され、半田除去が難しい。

さらに、コア付き半田ボールを用いることにより、リフロー前のプレバンプ状態であっても半田ボールの形状及び面積が安定しているため、その管理が容易となる。従ってこのプレバンプ状態で特性評価を行って不良品をリワークする場合に、磁気ヘッドスライダの

取り外しが大変容易となる。もちろん、特性評価によって良品と判定したHGAは、リワークすることなく、リフローによって熔融結合される。

加えて、フレクシャ12の舌部12aとスライダ本体13aの素子形成面13bとによって構成されるコーナ部に半田ボールが供給されているから、レーザビームなどによる外部からの熱を、半田ボールに対して集中的に印加してリフローすることができる。このため、本来の半田接合や、磁気ヘッドスライダ13の取り外しのためのリフローにおいて、磁気ヘッドスライダ13に搭載されたGMR素子などに対する熱的ダメージを極力小さくすることができる。さらにまた、磁気ヘッドスライダ13の固着に半田接続のみを用い、樹脂接着剤を用いなければ、接着樹脂とスライダとの熱膨張率との差で磁気ヘッドスライダが形状変化して浮上特性が悪化することを防止可能となる。

図6は以上説明した本実施形態のHGAを支持アームに取り付けて構成されるHAAをスライダ装着側とは反対側から見た平面図であり、図7は図6のHAAの側面図である。

これらの図に示すように、HAAは、サスペンション10及び磁気ヘッドスライダ13によるHGAと、支持アーム60とから主として構成されている。支持アーム60は、剛性の高い、適当な非磁性金属材料、例えば、アルミ合金などを用いて一体成形されている。支持アーム60には、取り付け孔60a及び60bが設けられている。取り付け孔60aは、支持アーム60を磁気ディスクの表面と平行に回動可能にするベアリング機構に取り付けるために用いられる。取り付け孔60bは、HGAを取り付けるために用いられる。HGAの取り付け孔11d（図1及び2参照）を取り付け孔60bに例えばカシメ構造、ボール接続構造などで固定することによって、HGAが支持アーム60に固着される。

図8は図6及び7に示したHAAが複数スタックされた構造を有するHSAスライダ装着側とは反対側から見た平面図であり、図9は図8のHSAの側面図である。

これらの図に示すように、HSAは、各々がサスペンション10及び磁気ヘッドスライダ13から構成される複数（この例では2つ）のHGAと、支持ブロック61とから主として構成されている。支持ブロック61は、複数の支持アーム60を有する。2つの支持アーム60は、支持ブロック61の基部61aから互いに平行に突出しており、間隔D1を隔ててスタックされている。各支持アーム60の先端に、HGAが前述のように取り付けられている。基部61a及び支持アーム60は、適当な非磁性金属材料、例えば、アルミ合金などを用いて一体成形されている。なお、支持アームの数は3つ以上であっても良い。

基部61aには、支持アーム60のスタック方向に平行に取り付け孔60aが設けられている。この取り付け孔60aは、支持ブロック61を磁気ディスクの表面と平行に回動可能にするベアリング機構に取り付けるために用いられる。支持ブロック61の基部61aには、さらに、位置決め用のボイスコイルモータ（VCM）のコイル支持部62及びボイスコイル63が設けられている。

なお、図示の例では、支持アーム60の片面にのみにHGAが設けられているが、支持アーム60の両面にHGAをそれぞれ設けても良い。支持アーム60が3つ以上備えられている場合は、このように支持アーム60の両面にHGAが設けられていることが多い。

次に、本実施形態に係るHGAの製造方法について説明する。

図10は本実施形態に係るHGAの製造に用いられる製造装置の概略的な構成を示す側

面図である。

同図に示すように、HGA 100の製造装置は、半田ボール供給部（接続用ボール供給装置）101と、レーザ光源102と、それらのコントロールを行うコントロール部103とを備えている。

このHGA 100は、図1～3に示した通りの構造を有するものであり、このHGA自体を本発明の実施態様とする場合、図6及び7に示したHAAを本発明の実施態様とする場合、図8及び9に示したHSAを本発明の実施態様とする場合、又はHAA若しくはHSAを組み込んだ磁気ディスク装置を本発明の実施態様とする場合がある。

半田ボール供給部101は、磁気ヘッドスライダ13の端子パッド13bと配線部材14の接続パッド14bとの接続部分に半田ボール15を供給する装置であり、例えば、Pac Tech社（URL：www.pactech.de）が提供するSolder Ball Bumper（SBB）やMicroFab Technologies, Inc.（URL：www.microfab.com）が提供するSolder Jet Printing System（SJPS）を用いる。SBBは、半田ボールを接続部分に載せるものであり、SJPSは、半田ボールをその半田部分を溶融した状態で接続部分に吹付けるものである。

レーザ光源102は、磁気ヘッドスライダ13の端子パッド13bと配線部材14の接続パッド14bとの接続部分に、及び半田ボール供給部101によってこの部分に供給された半田ボール15にレーザビームを供給する装置である。このレーザ光源102としては、YAGレーザを含め、各種のものを用いることができる。ただし、照射エネルギー量、照射タイミング、照射周波数及び焦点距離などをそれぞれ制御可能なものを用いる。

また、単一のレーザ光源の照射エネルギー量を可変制御する代わりに、半田ボールを再溶融させるエネルギーを持つレーザ光を照射する第1のレーザ光源と、半田付け部分を清浄化する低エネルギーのレーザ光を照射する第2のレーザ光源とを含む複数のレーザ光源を設けるようにしてもよい。

コントロール部103は、各半田ボール供給部101の半田ボール供給タイミングをコントロールし、かつ各レーザ光源102の照射エネルギー量（出力レベル及び時間）、照射タイミング、照射周波数及び焦点距離などを制御する装置である。

次に、この製造装置を用いた製造プロセスの一例について、図11～14を用いて説明する。なお、これらの図では、製造装置のうち、各プロセスを説明する上での必要最小限の部分だけを示してある。

まず、図11に示すように、治具111を用いて、磁気ヘッドスライダ13をサスペンション10上の所定位置、即ちフレクシャ12の舌部12a上の所定位置に載置する。

次いで、図12に示すように、コントロール部103からの指示により、載置された磁気ヘッドスライダ13の4つの端子パッド13bと配線部材14の4つの接続パッド14bと（4組のパッド）に対し、レーザ光源102から比較的低い照射エネルギー量のレーザビームを照射し、半田濡れ性を確保する処理（プレヒーティング処理）を行う。この製造プロセス例では、レーザ光源102からの1つのレーザビーム内に4つの端子パッド13bと4つの接続パッド14bと（4組のパッド）が入るように調整し、一括照射でプレヒーティング処理を行っている。なお、その場合のレーザビームの照射面積は、少なくとも4つの端子パッド13bと4つの接続パッド14bとを包含する範囲である必要があり、

スライダ本体 1 3 a への影響を考慮すると、4つの端子パッド 1 3 b と 4つの接続パッド 1 4 b とを包含する必要最小限の範囲とすることが望ましい。

プレヒーティング処理を行う場合、この製造プロセス例のように1つのレーザビームを複数組のパッドに一括照射するのではなく、1つのレーザビームをスキャンして各組のパッドに個別に照射するか、複数のレーザビームを複数組のパッドにそれぞれ同時に照射するようにしても良い。

次いで、図 1 3 に示すように、コントロール部 1 0 3 からの指示により、所定タイミングで、4つの端子パッド 1 3 b 及び4つの接続パッド 1 4 b からなる4組のパッド上に半田ボール供給部 1 0 1 によってそれぞれコア付き半田ボール 1 5 を供給する。

その後、図 1 4 に示すように、レーザ光源 1 0 2 から、これらコア付き半田ボール 1 5 を溶融させるのに十分なレーザビームを照射する処理（半田ヒーティング処理）を行う。これによって、4つの端子パッド 1 3 b と 4つの接続パッド 1 4 b とが溶融された半田 1 7 によって電氣的及び機械的に接続され、磁気ヘッドスライダ 1 3 がサスペンション 1 0 上に固着されて、HGA 1 0 0 が得られる。

この半田ヒーティング処理は、この製造プロセス例では、レーザ光源 1 0 2 からの1つのレーザビーム内に4つの端子パッド 1 3 b と 4つの接続パッド 1 4 b と（4組のパッド）が入るように調整し、一括照射でヒーティング処理している。

半田ヒーティング処理を行う場合、この製造プロセス例のように1つのレーザビームを複数組のパッドに一括照射するのではなく、1つのレーザビームをスキャンして各組のパッドに個別に照射するか、複数のレーザビームを複数組のパッドにそれぞれ同時に照射するようにしても良い。

図 1 5 は、プレヒーティング処理から半田ボール供給までの所定タイミングを説明するためのタイミングチャートである。以下、同図を用いて、コントロール部 1 0 3 によるプレヒーティング処理から半田ボール供給処理までのタイミングを説明する。

まず、磁気ヘッド素子の温度が適正温度（磁気ヘッド素子及びスライダ本体 1 3 a に熱的ダメージを与えない 1 5 0℃以下の温度でかつ、パッドの半田の濡れ性を確保できる温度）に上昇するまで、各組のパッドにレーザビームを照射してプレヒーティング処理を行う。プレヒーティング処理の時間は、照射エネルギー、周波数などで異なる。

プレヒーティング処理を開始した後、適正温度に達したタイミングで半田ボールを供給する。この半田ボールの供給タイミングは、半田ボール供給部 1 0 1 の装置によって異なってくる。図 1 5 に示すように、半田ボール供給までの反応時間が比較的短い装置（例えば、S J P S）の場合は、適正温度に達した後で供給を開始するようにする。半田ボール供給までの反応時間が比較的長い装置（例えば、S S B）の場合は、タイムラグを考慮し適正温度に達する手前から供給を開始するようにする。

レーザ光源 1 0 2 は、コントロール部 1 0 3 により、プレヒーティング処理から半田ヒーティング処理に逐次移行されるように、その照射エネルギー量がコントロールされる。なお、プレヒーティング処理と半田ヒーティング処理とにおいて、照射エネルギーが互いに異なるレーザビームを用いても良いし、照射時間を制御することにより同一エネルギーのレーザビームを用いても良い。また、プレヒーティング処理の照射エネルギーも時間軸に対して段階的に変化させる制御をしても構わない。例えば、パッドの清浄のための低いエネルギー

からパッドの温度を上昇させるための高いエネルギーに変化させるようにしてもよい。

この製造プロセス例によれば、プレヒーティング処理をさせることにより、スライダ本体に熱的形狀変化やダメージを与えることなく磁気ヘッドスライダの端子パッドとサスペンションのリード接続パッドとの半田の濡れ性を確保できるので、これら端子パッドとリード接続パッドとの電氣的接続の信頼性を向上させることが可能なる。また、信頼性をさらに向上させるために、この製造プロセス例の方法を行った後にリフローを行っても良い。

S J P Sのように、半田ボールを飛ばして供給する場合は、パッドが暖まっていないと電氣的接続の信頼性がより低下することとなるので、この製造プロセス例の方法は特に有効になる。

なお、接続パッドのプレヒーティング処理は、磁気ヘッドスライダとサスペンションとの固着を半田接続だけで行うHGAにのみ適用されるものではなく、半田でパッドを接続するものであれば、他のタイプのHGA（半田と樹脂とで固着するものも含む）にも適用可能である。

半田ヒーティング処理を行ってコア付き半田ボール15を溶融させ、バンプ状態で磁気ヘッドスライダ13の端子パッド13bと配線部材14の接続パッド14bとを電氣的に接続した後、通常は、磁気ヘッドスライダ13の書込み磁気ヘッド素子及び読出し磁気ヘッド素子の特性評価が行われる。この特性評価において不良品であると判定された場合は、リワークが行われて磁気ヘッドスライダ13がフレクシャ12から取り外され、そのサスペンションを再利用する形で新たな磁気ヘッドスライダが装着される。このリワークは、バンプ状態の半田を再溶融させてフレクシャ12から磁気ヘッドスライダ13を取り外し可能な状態とするが、コアと半田層とのバランスを適切に選んだコア付き半田ボールを用いることによって、バンプ状態であってもコア形状を維持した半田付け状態となるから、リワークが非常に容易となる。特に、レーザなどで加熱し、半田を再溶融させバキュームノズルで吸引除去する半田除去法を用いる際、コア付き半田ボールを使用した場合には、コアに半田を付着させながら吸い取ることができる（コアを吸引することによって半田がコアに付着してくる）。このため、除去量を安定化することができ、再利用するサスペンションのダメージが少なく、さらに、平坦化し易い。

また、コア付き半田ボール15に例えば低エネルギーのレーザビームを照射することによって半田を完全に溶融させることなく、プレバンプ状態で仮付けを行った後、磁気ヘッドスライダ13の書込み磁気ヘッド素子及び読出し磁気ヘッド素子の特性評価を行う場合もある。この場合、コア付き半田ボールを用いることにより、半田ボールの形状及び面積が安定するため、その管理が容易となるから、リワークにおける磁気ヘッドスライダ13の取り外しが大変容易となる。この場合にも、コア付き半田ボールを使用した場合には、コアに半田を付着させながら吸い取ることができるため、除去量を安定化することができ、再利用するサスペンションのダメージが少なく、さらに、平坦化し易い。なお、特性評価によって良品と判定したHGAは、リワークすることなく、リフローによって溶融結合される。

上述した製造プロセス例の変更態様として、半田ボールを供給する際に、図16に示すように、HGA100を水平方向に対して所定の角度 α （例えば、45度）に保って半田ボールの供給を行うようにしても良い。この場合、半田ボール供給位置のズレを軽減でき

る。

図17は本発明の磁気ヘッド装置の他の実施形態としてHGAをスライダ装着側から見た平面図であり、図18は図17のHGAの先端部を拡大して示した側面図である。

これらの図に示すように、このHGAは、比較的剛性を有するロードビーム11'及び弾性を有するフレクシャ12'から主に構成されているサスペンション10'と、サスペンション10'上に固着された磁気ヘッドスライダ13'と、サスペンション10'上に形成又は固着された配線部材14'とを備えている。

ロードビーム11'は、中央を通る長手方向軸線の自由端部（先端部）の近傍に荷重用の突起部（ディンプルに対応）11a'を有している。図18に示すように、ロードビーム11'は、幅方向の両側に折り曲げ部11b'を有しており、この折り曲げ部11b'により、剛性が高められている。また、ロードビーム11'の後端部に設けられた取り付け部11c'には、支持アームへの取り付け用の貫通取り付け孔11d'が設けられており、その近傍にはロードビーム11'全体の重量を低減するための貫通孔11e'が設けられている。

フレクシャ12'は、薄いバネ板材で構成され、その一方の面（第1の面）がロードビーム11'の突起部11a'が突出している側の面に取り付けられ、突起部11a'から押圧荷重を受けている。フレクシャ12'の他方の面（第2の面）には、磁気ヘッドスライダ13'が取り付けられている。フレクシャ12'は、ロードビーム11'の突起部11a'が突出している側の面に、カシメなどにより貼り合わされている。カシメの代わりに、スポット溶着などを用いてもよい。

フレクシャ12'は、中央に舌部12a'を有する。舌部12a'は、その一端のみがフレクシャ12'の先端部に位置する横枠部12b'に一体的に結合されており、他端は自由端となっている。フレクシャ12'の横枠部12b'の両端は、フレクシャ12'の外枠部12c'及び12d'に一体的に結合されている。舌部12a'の外枠部12c'及び12d'側及び舌部12a'の他端側は、フレクシャ12'から切り離されている。舌部12a'の一方の面（第1の面）には、ロードビーム11'の突起部11a'の先端がバネ接触している。舌部12a'の他方の面（第2の面）には、複数（この例では2つ）のダミーパッド12e'が設けられ、これらダミーパッド12e'を磁気ヘッドスライダ13'のダミー端子パッド13f'にコア付き半田ボールを用いてそれぞれ半田接続することによって磁気ヘッドスライダ13'がフレクシャ12'に機械的に固着されている。ダミーパッド12e'がフレクシャ12'の舌部12a'に直接設けられて接地されており、これらダミーパッド12e'に磁気ヘッドスライダ13'のダミー端子パッド13f'が半田接続されているため、ダミー端子パッド13f'はグランド接続されていることとなる。ダミーパッドが配線部材上に設けられている場合は、このダミーパッドを接地することにより、ダミー端子パッド13f'がグランド接続される。

磁気ヘッドスライダ13'は、スライダ本体13a'と、本実施形態ではインダクティブ素子で構成された書込み磁気ヘッド素子及び本実施形態ではGMR素子で構成された読出し磁気ヘッド素子と、これら書込み磁気ヘッド素子及び読出し磁気ヘッド素子に接続された複数（この例では4つ）の端子パッド（バンプ）13b'と、複数（この例では2つ）のダミー端子パッド13f'とを備えている。

スライダ本体13a'は、そのABS13c'とは反対側の面13d'が、フレクシャ12'の舌部12a'の他方の面に対向するように取り付けられており、端子パッド13b'はスライダ本体13a'の素子形成面13e'上に設けられ、ダミー端子パッド13f'はスライダ本体13a'の素子形成面とは反対側の面13g'上に設けられている。

配線部材14'は、複数（この例では4つ）のトレース導体14a'と、複数（この例では4つ）の接続パッド（リードパッド）14b'とを有しており、サスペンション10'のフレクシャ12'及びロードビーム11'によって支持されている。配線部材14'は、可撓性絶縁支持層の内部にトレース導体14a'を埋設し、各トレース導体14a'の端部を各接続パッド14b'に接続したものである。複数の接続パッド14b'はフレクシャ12'上において、磁気ヘッドスライダ13'の複数の端子パッド13b'とそれぞれ対応する位置に形成されている。このような配線部材14'の典型的な例は、タブテープと称されるものである。

磁気ヘッドスライダ13'の端子パッド13b'と配線部材14'の接続パッド14b'とは、フレクシャ12'の第2の面及びスライダ本体13a'の素子形成面13e'によって構成されるコーナ部に供給された半田ボール15'をレーザーリフローにより熔融した半田17'によって接続されている。また、磁気ヘッドスライダ13'のダミー端子パッド13f'とフレクシャ12'の舌部12a'上に形成されたダミーパッド12e'とは、舌部12a'の第2の面及びスライダ本体13a'の素子形成面とは反対側の面13g'によって構成されるコーナ部に供給された半田ボール18'をレーザーリフローにより熔融した半田20'によって接続されている。これら2つの半田接続のみによって、磁気ヘッドスライダ13'はフレクシャ12'の舌部12a'に固着されている。接着剤は用いられていない。磁気ヘッドスライダ13'の端子パッド13b'と配線部材14'の接続パッド14b'との半田接続により、磁気ヘッドスライダ13'の書込み磁気ヘッド素子及び読出し磁気ヘッド素子は、配線部材14'のトレース導体14a'に電氣的に接続されている。

本実施形態においても、この場合の半田ボール15'及び18'として、半田熔融温度で熔融しない球状のコア16'及び19'をそれぞれ内部に有する半田ボール15'及び18'を用いることである。このようなコア付き半田ボールの構造例、寸法及び材質などは図4a及び4bに関連して説明したものと同様である。

図19a及び19bはこのようなコア付き半田ボールを用いた磁気ヘッドスライダの端子パッドと配線部材の接続パッドとの電氣的及び機械的接続の形態を示す図である。

図19aは、磁気ヘッドスライダ13'の端子パッドと配線部材14'の接続パッドとの表面に接触するように、さらに、磁気ヘッドスライダ13'のダミー端子パッドとフレクシャ12'の舌部12a'上に形成されたダミーパッドとの表面に接触するようにコア16'及び19'をそれぞれ内部に備えた半田ボール15'及び18'を載置して仮付けしたリフロー前のプレバンプ状態を示しており、図19bは、磁気ヘッドスライダ13'の端子パッドと配線部材14'の接続パッドとの表面に接触するように、さらに、磁気ヘッドスライダ13'のダミー端子パッドとフレクシャ12'の舌部12a'上に形成されたダミーパッドとの表面に接触するように載置したコア付き半田ボール15'及び18'を例えばレーザービーム照射などによるリフローで熔融結合させたバンプ状態の半田17'

及び20'を示している。

このように、形状が安定したコア付き半田ボールを用いているので、接合時に発生する磁気ヘッドスライダのロール角変化及びピッチ角変化を低減化かつ安定化できる。このため、磁気ヘッドスライダの浮上特性、従って出力特性を安定に維持することができる。

また、コア付き半田ボールを用いることにより、リフロー後のバンプ状態であってもリワークを容易とすることが可能となる。通常、リフロー後のバンプ状態におけるリワークは、磁気ヘッドスライダ13'の書込み磁気ヘッド素子及び読出し磁気ヘッド素子が所定の特性を満たしていないときに行われるものであり、バンプ状態の半田を再熔融させることにより、サスペンション10'のフレクシャ12'から磁気ヘッドスライダ13'を取り外し可能な状態とする。この場合、コアと半田層とのバランスを適切に選んだコア付き半田ボールを用いることによって、バンプ状態であってもコア形状を維持した状態となるので、リワークが非常に容易となる。さらに、フレクシャ12'の舌部12a'の第2の面とスライダ本体13a'の素子形成面13b'とによって構成されるコーナ部、フレクシャ12'の舌部12a'の第2の面とスライダ本体13a'の素子形成面とは反対側の面13g'とによって構成されるコーナ部にそれぞれ半田ボールが供給されているから、レーザビームなどによる外部からの熱を、半田ボールに対して集中的に印加してリフローすることができる。このため、本来の半田接合や、磁気ヘッドスライダ13'の取り外しのためのリフローにおいて、磁気ヘッドスライダ13'に搭載されたGMR素子などに対する熱的ダメージを極力小さくすることができる。さらにまた、磁気ヘッドスライダ13'の固着に半田接続のみを用いているので、接着樹脂とスライダとの熱膨張率との差で磁気ヘッドスライダが形状変化して浮上特性が悪化することを防止可能となる。

また、コア付き半田ボールを用いることにより、リフロー前のプレバンプ状態であっても半田ボールの形状及び面積が安定しているため、その管理が容易となる。従ってこのプレバンプ状態で特性評価を行って不良品を磁気ヘッドスライダのリワークする場合に、磁気ヘッドスライダの取り外しが大変容易となる。もちろん、特性評価によって良品と判定したHGAは、リフローによって熔融結合される。

以上説明した本実施形態のHGAを支持アームに取り付けて構成されるHAA、HAAを複数スタックされた構造を有するHSAについても、図1の実施形態の場合と同様に適用できる。

次に、本実施形態に係るHGAの製造方法について説明する。

図20は本実施形態に係るHGAの製造に用いられる製造装置の概略的な構成を示す側面図である。

同図に示すように、HGA100'の製造装置は、半田ボール供給部（接続用ボール供給装置）101'及び104'と、レーザ光源102'及び105'と、それらのコントロールを行うコントロール部103'とを備えている。

このHGA100'は、図17及び18に示した通りの構造を有するものであり、このHGA自体を本発明の実施態様とする場合、図6及び7に示したものと同様のHAAを本発明の実施態様とする場合、図8及び9に示したものと同様のHSAを本発明の実施態様とする場合、又はHAA若しくはHSAを組み込んだ磁気ディスク装置を本発明の実施態様とする場合がある。

半田ボール供給部101'は、磁気ヘッドスライダ13'の端子パッド13b'と配線部材14'の接続パッド14b'との接続部分に半田ボール15'を供給する装置であり、半田ボール供給部104'は、磁気ヘッドスライダ13'のダミー端子パッド13f'とフレクシャ12'の舌部12a'上に形成されたダミーパッド12e'との接続部分に半田ボール18'を供給する装置である。これら装置としては、例えば、Pac Tech社が提供するSBBやMicroFab Technologies, Inc.が提供するSJPSを用いる。前述したように、SBBは、半田ボールを接続部分に載せるものであり、SJPSは、半田ボールを接続部分に吹付けるものである。

レーザ光源102'は、磁気ヘッドスライダ13'の端子パッド13b'と配線部材14'の接続パッド14b'との接続部分に、及び半田ボール供給部101'によってこの部分に供給された半田ボール15'にレーザビームを供給する装置であり、レーザ光源105'は、磁気ヘッドスライダ13'のダミー端子パッド13f'とフレクシャ12'の舌部12a'上に形成されたダミーパッド12e'との接続部分に、及び半田ボール供給部104'によってこの部分に供給された半田ボール18'にレーザビームを供給する装置である。これらレーザ光源102'及び105'としては、YAGレーザを含め、各種のものをを用いることができる。ただし、照射エネルギー量、照射タイミング、照射周波数及び焦点距離などをそれぞれ制御可能なものをを用いる。

また、単一のレーザ光源の照射エネルギー量を可変制御する代わりに、半田ボールを再溶融させるエネルギーを持つレーザ光を照射する第1のレーザ光源と、半田付け部分を清浄化する低エネルギーのレーザ光を照射する第2のレーザ光源とを含む複数のレーザ光源を設けるようにしてもよい。

コントロール部103'は、半田ボール供給部101'及び104'の半田ボール供給タイミングをコントロールし、かつレーザ光源102'及び105'の照射エネルギー量（出力レベル及び時間）、照射タイミング、照射周波数及び焦点距離などを制御する装置である。

次に、この製造装置を用いた製造プロセスの一例について、図21～24を用いて説明する。なお、これらの図では、製造装置のうち、各プロセスを説明する上での必要最小限の部分だけを示してある。

まず、図21に示すように、治具111'を用いて、磁気ヘッドスライダ13'をサスペンション10'上の所定位置、即ちフレクシャ12'の舌部12a'上の所定位置に載置する。

次いで、図22に示すように、コントロール部103'からの指示により、載置された磁気ヘッドスライダ13'の4つの端子パッド13b'と配線部材14'の4つの接続パッド14b'と（4組のパッド）に対し、レーザ光源102'から比較的低い照射エネルギー量のレーザビームを照射し、半田濡れ性を確保する処理（プレヒーティング処理）を行う。この製造プロセス例では、レーザ光源102'からの1つのレーザビーム内に4つの端子パッド13b'と4つの接続パッド14b'と（4組のパッド）が入るように調整し、一括照射でプレヒーティング処理を行っている。なお、その場合のレーザビームの照射面積は、少なくとも4つの端子パッド13b'と4つの接続パッド14b'とを包含する範囲である必要があり、スライダ本体13a'への影響を考慮すると、4つの端子パッド1

3 b' と4つの接続パッド1 4 b' とを包含する必要最小限の範囲とすることが望ましい。

また、2つのダミー端子パッド1 3 f' と2つのダミーパッド1 2 e' と（2組のパッド）に対しても比較的低い照射エネルギー量のレーザビームを照射してプレヒーティングを行い、半田濡れ性を確保する。この製造プロセス例では、レーザ光源1 0 5' からの1つのレーザビーム内に2つのダミー端子パッド1 3 f' と2つのダミーパッド1 2 e' と（2組のパッド）が入るように調整し、一括照射でプレヒーティング処理を行っている。その際にも同様に、レーザビームの照射面積は、少なくとも2つのダミー端子パッド1 3 f' と2つのダミーパッド1 2 e' とを包含する範囲である必要があり、スライダ本体1 3 a' への影響を考慮して2つのダミー端子パッド1 3 f' と2つのダミーパッド1 2 e' とを包含する必要最小限の範囲とすることが望ましい。

4つの端子パッド1 3 b' 及び4つの接続パッド1 4 b' のプレヒーティング処理と、2つのダミー端子パッド1 3 f' と2つのダミーパッド1 2 e' のプレヒーティング処理とを2つのレーザ光源1 0 2' 及び1 0 5' によって同時に進行させても良いし、1つのレーザ光源1 0 2' によって別個に行っても良い。また、プレヒーティング処理を行う場合、この製造プロセス例のように1つのレーザビームを複数組のパッドに一括照射するのではなく、1つのレーザビームをスキャンして各組のパッドに個別に照射するか、複数のレーザビームを複数組のパッドにそれぞれ同時に照射するようにしても良い。

次いで、図2 3に示すように、コントロール部1 0 3' からの指示により、所定タイミングで、4つの端子パッド1 3 b' 及び4つの接続パッド1 4 b' からなる4組のパッド上に、さらに、2つのダミー端子パッド1 3 f' 及び2つのダミーパッド1 2 e' からなる2組のパッド上に、半田ボール供給部1 0 1' 及び1 0 4' によってそれぞれコア付き半田ボール1 5' 及び1 8' を供給する。

その後、図2 4に示すように、レーザ光源1 0 2' 及び1 0 5' から、これらコア付き半田ボール1 5' 及び1 8' を溶融させるのに十分なレーザビームをそれぞれ照射する処理（半田ヒーティング処理）を行う。これによって、4つの端子パッド1 3 b' と4つの接続パッド1 4 b' とが溶融された半田1 7' によって電氣的に接続され、さらに、2つのダミー端子パッド1 3 f' 及び2つのダミーパッド1 2 e' とが溶融された半田2 0' によって機械的に接続され、磁気ヘッドスライダ1 3' がサスペンション1 0' 上に固着されて、HGA1 0 0' が得られる。

この半田ヒーティング処理は、この製造プロセス例では、レーザ光源1 0 2' からの1つのレーザビーム内に4つの端子パッド1 3 b' と4つの接続パッド1 4 b' と（4組のパッド）が入るように調整し、一括照射でヒーティング処理している。また、レーザ光源1 0 5' からの1つのレーザビーム内に2つのダミー端子パッド1 3 f' と2つのダミーパッド1 2 e' と（2組のパッド）が入るように調整し、一括照射でヒーティング処理している。

半田ヒーティング処理を行う場合、この製造プロセス例のように1つのレーザビームを複数組のパッドに一括照射するのではなく、1つのレーザビームをスキャンして各組のパッドに個別に照射するか、複数のレーザビームを複数組のパッドにそれぞれ同時に照射するようにしても良い。

コントロール部1 0 3' によるプレヒーティング処理から半田ボール供給処理までのタ

イミングは、図1の製造プロセス例において図15を用いて説明したものと同様である。

レーザ光源102'及び105'は、コントロール部103'により、プレヒーティング処理から半田ヒーティング処理に逐次移行されるように、その照射エネルギー量がコントロールされる。なお、プレヒーティング処理と半田ヒーティング処理とにおいて、照射エネルギーが互いに異なるレーザビームを用いても良いし、照射時間を制御することにより同一エネルギーのレーザビームを用いても良い。また、プレヒーティング処理の照射エネルギーも時間軸に対して段階的に変化させる制御をしても構わない。例えば、パッドの清浄のための低いエネルギーからパッドの温度を上昇させるための高いエネルギーに変化させるようにしてもよい。

この製造プロセス例によれば、プレヒーティング処理をさせることにより、スライダ本体に熱的形狀変化やダメージを与えることなく磁気ヘッドスライダの端子パッドとサスペンションのリード接続パッドとの半田の濡れ性を確保できるので、これら端子パッドとリード接続パッドとの電氣的接続の信頼性を向上させることが可能なる。また、信頼性をさらに向上させるために、この製造プロセス例の方法を行った後にリフローを行っても良い。

SJPSのように、半田ボールを飛ばして供給する場合は、パッドが暖まっていないと電氣的接続の信頼性がより低下することとなるので、この製造プロセス例の方法は特に有効になる。

なお、接続パッドのプレヒーティング処理は、磁気ヘッドスライダとサスペンションとの固着を半田接続だけで行うHGAにのみ適用されるものではなく、半田でパッドを接続するものであれば、他のタイプのHGA（半田と樹脂とで固着するものも含む）にも適用可能である。

半田ヒーティング処理を行ってコア付き半田ボール15'及び18'を溶融させ、バンプ状態で磁気ヘッドスライダ13'の端子パッド13b'及びダミー端子パッド13f'と配線部材14'の接続パッド14b'及びフレクシャ12'のダミーパッド12e'とを電氣的及び機械的に接続した後、通常は、磁気ヘッドスライダ13'の書込み磁気ヘッド素子及び読出し磁気ヘッド素子の特性評価が行われる。この特性評価において不良品であると判定された場合は、リワークが行われて磁気ヘッドスライダ13'がフレクシャ12'から取り外され、そのサスペンションを再利用する形で、新たな磁気ヘッドスライダが装着される。このリワークは、バンプ状態の半田を再溶融させてフレクシャ12'から磁気ヘッドスライダ13'を取り外し可能な状態とするが、コアと半田層とのバランスを適切に選んだコア付き半田ボールを用いることによって、バンプ状態であってもコア形状を維持した半田付け状態となるから、リワークが非常に容易となる。特に、レーザなどで加熱し、半田を再溶融させバキュームノズルで吸引除去する半田除去法を用いる際、コア付き半田ボールを使用した場合には、コアに半田を付着させながら吸い取ることができる（コアを吸引することによって半田がコアに付着してくる）。このため、除去量を安定化することができ、再利用するサスペンションのダメージが少なく、さらに、平坦化し易い。

また、コア付き半田ボール15'及び18'に例えば低エネルギーのレーザビームを照射することによって半田を完全に溶融させることなく、プレバンプ状態で仮付けを行った後、磁気ヘッドスライダ13'の書込み磁気ヘッド素子及び読出し磁気ヘッド素子の特性評価を行う場合もある。この場合、コア付き半田ボールを用いることにより、半田ボールの形

状及び面積が安定するため、その管理が容易となるから、リワークにおける磁気ヘッドスライダ13'の取り外しが大変容易となる。この場合にも、コア付き半田ボールを使用した場合には、コアに半田を付着させながら吸い取ることができるため、除去量を安定化することができ、再利用するサスペンションのダメージが少なく、さらに、平坦化し易い。なお、特性評価によって良品と判定したHGAは、リワークすることなく、リフローによって溶融結合される。

上述した製造プロセス例の変更態様として、半田ボールを供給する際に、図25に示すように、HGA100'を水平方向に対して所定の角度 α （例えば、45度）に保って半田ボールの供給を行うようにしても良い。この場合、半田ボール供給位置のズレを軽減できる。

図26は本発明の磁気ヘッド装置のさらに他の実施形態としてHGAをスライダ装着側から見た斜視図であり、図27は図26のHGAの先端部を拡大して示した斜視図である。

これらの図に示すように、本実施形態におけるHGAは、サスペンション10''と、サスペンション10''上に固着された微小位置決めアクチュエータ即ちマイクロアクチュエータ21''と、このマイクロアクチュエータ21''に支持された磁気ヘッドスライダ13''と、サスペンション10''上に形成又は固着された配線部材14''とを備えている。

サスペンション10''は、比較的剛性を有する第1及び第2のロードビーム22''及び11''と、これら第1及び第2のロードビーム22''及び11''を互いに連結する弾性を有するヒンジ23''と、第2のロードビーム11''及びヒンジ23''上に固着支持された弾性を有するフレクシャ12''と、第1のロードビーム22''の取り付け部22a''に設けられた円形のベースプレート24''とから主として構成されている。

マイクロアクチュエータ21''は磁気ヘッドスライダ13''の側面を挟持してVCMでは駆動できない微細な変位を可能にするために、サスペンション10''の先端部に設けられている。

本実施形態におけるマイクロアクチュエータ21''は、その平面形状が略コ字状となっており、サスペンション10''に固着される基部21a''の両端から1対の可動アーム部21b''及び21c''が垂直に伸びている。可動アーム部21b''及び21c''の先端部は、磁気ヘッドスライダ13''の側面に固着されている。可動アーム21b''及び21c''は、それぞれ、アーム部材とこれらアーム部材の側面に形成された圧電素子とから構成されている。

マイクロアクチュエータ21''の基部及びアーム部材は、弾性を有するセラミック焼結体、例えば ZrO_2 で一体的に形成されており、圧電素子が伸縮することにより、可動アーム部21b''及び21c''が撓み、その先端部が横方向に揺動するので、磁気ヘッドスライダ13''の磁気ヘッド素子の高精度の位置決めが行われる。

第2のロードビーム11''は、中央を通る長手方向軸線の自由端部（先端部）の近傍に図示しない荷重用の突起部（ディンプルに対応）を有している。

フレクシャ12''は、薄いバネ板材で構成され、その一方の面（第1の面）が第2のロードビーム11''の突起部が突出している側の面に取り付けられ、この突起部から押圧荷重を受けている。フレクシャ12''の他方の面（第2の面）には、マイクロアクチュエータ21''が取り付けられている。フレクシャ12''は、第2のロードビーム11''の突起

部が突出している側の面に、カシメなどにより貼り合わされている。カシメの代わりに、スポット溶着などを用いてもよい。

フレクシャ12”の舌部（図示なし）の一方の面（第1の面）には、ロードビーム11”の突起部の先端がバネ接触しており、その他方の面（第2の面）には、絶縁層を介して複数のこの例では2つのアクチュエータ用接続パッド12e”及び複数のこの例では2つのアクチュエータ用グランド接続パッド12f”が形成されている。これらアクチュエータ用接続パッド12e”及びアクチュエータ用グランド接続パッド12f”が、マイクロアクチュエータ21”の圧電素子に電気的に接続された端子パッド21d”にコア付き半田ボールを用いてそれぞれ半田接続することによって、マイクロアクチュエータ21”が電気的に接続されかつフレクシャ12”に機械的に固着されている。

磁気ヘッドスライダ13”は、スライダ本体13a”と、本実施形態ではインダクティブ素子で構成された書込み磁気ヘッド素子及び本実施形態ではGMR素子で構成された読出し磁気ヘッド素子と、これら書込み磁気ヘッド素子及び読出し磁気ヘッド素子に接続された複数の（この例では4つ）の端子パッド（バンプ）13b”とを備えている。

配線部材14”は、複数の（この例では4つ）の磁気ヘッド素子用トレース導体14a₁”と、一端がアクチュエータ用接続パッド12e”及びアクチュエータ用グランド接続パッド12f”にそれぞれ接続された複数の（この例では2つ）のアクチュエータ用トレース導体14a₂”と、トレース導体14a₁”の一端に接続された複数の（この例では4つ）の磁気ヘッド素子用接続パッド14b”と、トレース導体14a₁”及びトレース導体14a₂”の他端に接続された複数の（この例では6つ）の外部接続パッド14c”とを有している。この配線部材14”は、可撓性絶縁支持層の内部にトレース導体14a₁”及び14a₂”を埋設したものである。複数の磁気ヘッド素子用接続パッド14b”はフレクシャ12”上において、磁気ヘッドスライダ13”の複数の端子パッド13b”とそれぞれ対応する位置に形成されている。

磁気ヘッドスライダ13”の端子パッド13b”と、配線部材14”の接続パッド14b”とも、コア付き半田ボールを用いてそれぞれ半田接続されている。

本実施形態においても、この場合の半田ボールとして、半田溶融温度で溶融しない球状のコアをそれぞれ内部に有する半田ボールを用いている。このようなコア付き半田ボールの構造例、寸法及び材質なども図4a及び4bに関連して説明したものと同様である。

このように、形状が安定したコア付き半田ボールを用いているので、接合時に発生するマイクロアクチュエータ21”の、従って磁気ヘッドスライダ13”のロール角変化及びピッチ角変化を低減化かつ安定化できる。このため、磁気ヘッドスライダ”の浮上特性、従って出力特性を安定に維持することができる。

また、コア付き半田ボールを用いることにより、リフロー後のバンプ状態であってもリワークを容易とすることが可能となる。通常、リフロー後のバンプ状態におけるリワークは、磁気ヘッドスライダ13”の書込み磁気ヘッド素子及び読出し磁気ヘッド素子が所定の特性を満たしていないとき及びマイクロアクチュエータ21”の動作が不良であるときに行われるものであり、バンプ状態の半田を再溶融させることにより、サスペンション10”のフレクシャ12”からマイクロアクチュエータ21”を取り外し可能な状態とする。この場合、コアと半田層とのバランスを適切に選んだコア付き半田ボールを用いることに

よって、バンプ状態であってもコア形状を維持した状態となるので、リワークが非常に容易となる。さらに、フレクシャ１２”の舌部の第２の面とマイクロアクチュエータ２１”の側面とのコーナ部、フレクシャ１２”の舌部の第２の面と磁気ヘッドスライダ１３”の素子形成面とによって構成されるコーナ部にそれぞれ半田ボールが供給されているから、レーザービームなどによる外部からの熱を、半田ボールに対して集中的に印加してリフローすることができる。このため、本来の半田接合や、マイクロアクチュエータ２１”及び磁気ヘッドスライダ１３”の取り外しのためのリフローにおいて、磁気ヘッドスライダ１３”に搭載されたGMR素子などに対する熱的ダメージを極力小さくすることができる。

また、コア付き半田ボールを用いることにより、リフロー前のプレバンプ状態であっても半田ボールの形状及び面積が安定しているため、その管理が容易となる。従ってこのプレバンプ状態で特性評価を行って不良品をマイクロアクチュエータ２１”及び磁気ヘッドスライダ１３”のリワークする場合に、その取り外しが大変容易となる。もちろん、特性評価によって良品と判定したHGAは、リフローによって溶融結合される。

以上説明した本実施形態のHGAを支持アームに取り付けて構成されるHAA、HAAを複数スタックされた構造を有するHSAについても、図１の実施形態の場合と同様に適用できる。

以上述べた実施形態は全て本発明を例示的に示すものであって限定的に示すものではなく、本発明は他の種々の変形態様及び変更態様で実施することができる。従って本発明の範囲は特許請求の範囲及びその均等範囲によってのみ規定されるものである。